

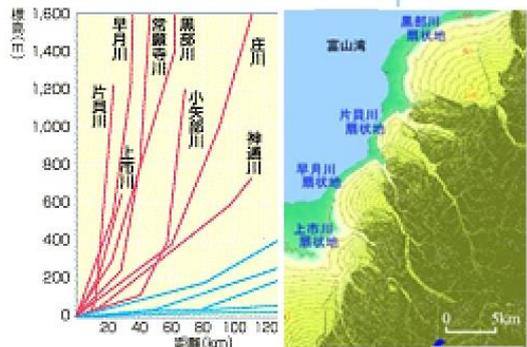
北陸街道、黒部の風景と技術者の情念

2021.04.30to

I. はじめに

今回は、新川城の東側にスポットを当て、三日市(黒部)から愛本に出て黒部川を渡り、舟見を通して泊までのいわゆる上街道の往来とした。そのルートでは、あって当たり前の田園風景があり、当たり前のように難なく黒部川を橋で渡る。しかしながら、江戸期においては、そうした当たり前が当たり前ではなかった。農業に不向きな地域では灌漑用水事業や、暴れ川には橋を架ける事業が人々の熱い思いで成し遂げられて今があるのである。

ここでは、黒部高位段丘一帯の灌漑用水と大河川に橋不要の概念をひっくり返してつられた愛本橋に着目して、両事業における当時の技術者の情念が如何に技術行使のもとで開花したかを技術と人間の視点で論述することにした。これをもって、街道風景を彩る技術者の思い・情念を味わうことにする。



上； 写1 黒部扇状地¹⁾ 扇状頂部が愛本
下； 図1 河川勾配²⁾と扇状地³⁾
左岸側に低位段丘・高位段丘 国交省 HP より

II. 黒部川扇状地の地形地質(写1、図1)

- ・扇状地勾配について、扇状端から扇状頂部までは12km、標高差200m。勾配は1/60。1.7%である。
- ・水量が豊富であり、扇状地のどこを掘っても水が出てくる。同じ富山でも庄川扇状中間部では汲み上げ。

・プレートの交差域といわれている中部地域では東西方向の収縮により、褶曲地形の軸は南北方向となり、この褶曲の軸に沿って黒部川ができたという。

・黒部川北側は地質年代が新しく、硬い岩質の峡谷がそのまま扇状頂部の愛本まで達している。

III. 十二貫野用水

1. 概要、新田開発(図2、写2)

いまでこそ黒部一帯は穀倉地帯であるが、江戸期の頃、黒部川左岸にある高位段丘一帯は十二個の村(十二貫野と総称)からなる広大な大地であり、肥沃な土地にもかかわらず、水利条件が悪く、農地には不向きとされていた。当該地域においては何とか農地にとの悲願が、加賀藩の農民救済・藩財政立て直し政策の一環である新田開発のもと、技術者「椎名道三」の情念と相まって灌漑用水がつくられた。開墾された農地は714haにも及び、大水田地帯となって大いに黒部地域を潤わせた。ここでは、灌漑用水事業について、技術的どのようなして取り組んだかを技術者の情念として垣間見ることにする。

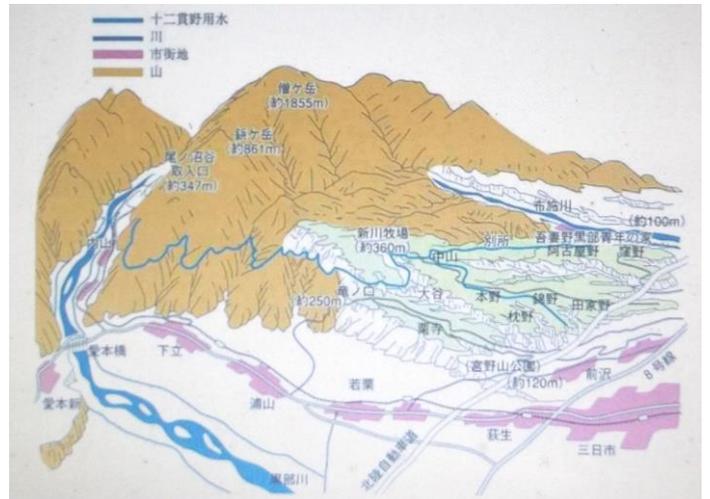


図2 十二貫野用水敷設置位置図⁴⁾ 水土里初より



写2 左；山林を通る十二貫野用水⁴⁾ 右；用水用隧道⁴⁾ 水土里初より

2. いくつかの疑問

今では機械力を使って水路建設が可能であるが、当時はすべて人力であり、各種施工上の問題に対して高度な技術のない分、英知でカバーしたという。ここで、各種問題を問答形式で記してみる。

(1)取水場所；黒部川から直接取水できないのか。

高位段丘(標高 100-250m)への送水には直接本流から水を引くとすると、黒部川の奥深く鐘釣の鼠返しの岩まで深く遡ることに加え、峡谷での取水そのものが困難。道三は支流(谷川)からの取水を選択。支流として宇奈月奥の尾沼谷、宇奈月谷、分洞谷から直接取水。また、本線用水と交差のいくつもの小さな谷川からも取水。複数地点での取水のアイデアは画期的という。

(2)水路の勾配はどのくらいか

総延長 23km で高低差 90m ゆえ、平均勾配は 4/1000。これは、扇状地の平均傾斜度 17/1000 (扇状端部から扇状頂部の傾斜度) よりもはるかに小さい。

施工精度を上げることはもちろんの事、測量の精度が求められる。

(3)竜口からは大谷川を越えての送水、辰巳用水の議論は略
逆サイホン技術は金沢城内に設けられた辰巳用水に初めて使われた(1632)。その後、難技術はほとんど使われなかったが(全国で 3 例のみ)、道三はこれを使った。

(4)建設に際して労働力の確保は

受益者たる農民が積極的に支援し労働奉仕した。これに応えるかのように、道三は自分の財産を切り崩し、給料のすべてをつぎ込んで彼らの努力に報いたという。

(5)メンテはどうしていたのか

水路横にはメンテ用の道を確保してあり、江ざらい等を行っていた。周辺農民が率先してこれにあたった。

(6)測量について

平地ならいざ知らず山中の峡谷において、どうやって測量したのかはよく分かってはいない。笠や提灯を棒(ポール)の先端につけて、望遠鏡付き大方儀(だいほうぎ)や磁石盤を使い、天体観測も併用し、解析では和算によって実際に三角法を使ったともいう。詳細はいまだに謎とのこと。

3. 用水施設概要 概要としてまとめてみる

- ・ 工事期間；1839 年に着工、1841 年に竣工した。
- ・ 取水；黒部川三支流(尾沼、宇奈月、赤胴)
+ 用水と交差する谷川
- ・ 用水路；総延長 23km、高低差 90m、平均勾配 4/1000
水路；幅 2.7m、水位 0.5m、側道付き(メンテ用)
水路隧道 18 ヶ所(総延長 1238m)、
谷越は伏越(サイホン)横断

4. 逆サイホン

本川下流域で本川から大谷川を挟んで対岸栗寺までを結ぶ竜口用水(支川)を伏越とした。(水路橋の案には、豪雪で落橋の危険ありとして不採用)。以下に概要は；

- ・ 石管： 四角断面直径 45 cm、長さ 80-130cm

(写 3) 四角断面中央に 24 cm の丸穴クリ抜き

連結は管端部に差し込み用凹凸

檜皮を松脂で固めた樹脂をつなぎ目に

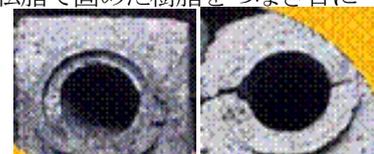
- ・ 伏越の構造；

下げ管高さ 32m、

上げ管高さ 30m、

長さ 230m、

泥抜きあり



写 3 逆サイホン用の石管^④
凹凸継ぎ手、 友学館資料より

5. 権名道三(1790-1857)

工事責任者として道三が加賀藩より拝命された。この抜擢人事は、当時は画期的であったという。もともと道三は、(貧)農民と苦楽を共にする信条を持ち、若い時から地元の中規模用水の建設に携わり、当時からその道の専門家として知られていた。また和算や天文などにも精通し、よく勉強もしていて、周辺農民からは絶大な信頼を勝ち得ていた。これより、十二貫野用水の切望に際して道三の名前が真っ先に上がったのである。もちろん、実際の工事では、地域農民が積極的支援し、完成後のメンテにも尽力したという。

なお、道三による灌漑事業は富山や石川では、東は黒部川から、西は手取川(石川県)までの 54 ヶ村にて実施され、農地は総面積 12000ha、石高にして約一万石であった。

(図 3)



図 3 権名道三による灌漑事業^④
魚津事務所 HP より

IV. 愛本橋

1. 概要

黒部川が扇状地上を四方八方に流れたいたので、当時は川を渡るには大変苦勞していたという。大名の参勤交代ともなればなんとでも黒部川に橋が必要であったにちがいない。しかし、当時の常識としては、大

河川の横断には渡し舟か徒歩渡川が常であった。理由は、橋を架けても洪水で流されてしまうことや軍事面で橋が敵を利するからである。

ところが加賀藩5代藩主の前田綱紀は、軍事よりも藩の繁栄を優先すべし(民の交易も考慮か)として、黒部川に橋を架けることを決断し、立地や構造を検討して扇状頂部愛本に木造刳橋を完成させた。これより、北陸街道の愛本迂回コース(上街道)が橋建設前の本ルート(三日市から入善・泊までの下街道)に比して明治期まで大きな役目を担ったのである。

しかし、上街道が下街道よりも遠回りであったために、実際には、河川水量の少ない冬場は当然のこと、夏場でも下街道が渡河として利用されていた。夏場の例では、松尾芭蕉が(刳橋建設以降 1689年8月に)くろべ四十八か瀬(黒部川)を渡ったと奥の細道越中路に記されている。

ここでは、技術的に驚異な英知で臨んだ木造刳橋について、架構や支持のメカを中心に、当時の技術者の情念を垣間見ることにする。

2. 橋の変遷(写4)

愛本に架かる橋の変遷を以下に記す。

- ・1662年～1862年：木造刳橋を架橋
設定耐用年限：28年(20-30年)(多くの木造橋は30年)
1862の最終架け替えまで200年間で8回替える
- ・1891：木アーチ(「パントレム・ブレスト」形式)橋を架橋
刳木部分の固定端境界不要となり施工に無理なし
- ・1920：鋼トラス(曲弦プラット形式)橋を架橋
(1969の豪雨で流失、刳橋現地復元には洪水流失の危険性大)
- ・1972；鋼アーチ(ニールセンローゼ)橋を架橋、
旧橋の50m下流の位置

3. 架構の計画設計

◇ロングスパン構造

河川に橋脚を立てることは暴れ黒部川では無理であり、ロングスパン構造とならざるを得ない。こうなると、橋の長さを少しでも短くすることになる。(橋の水面からの高さも必要量は確保)

◇立地は愛本に

多くの大河川では、扇状頂部ではかなり広がっているが、黒部川の場合、褶曲軸に沿った溝(にあたるもの)が河川であるために、下流域といえども峡谷そのものである。愛本は、付近では一番狭い川幅となっている。

◇材質と構造

材料は木材しかありえない。ロングスパンともなると山梨の猿橋にある刳橋構造しかないとき当時考えたのであろう。猿橋では刳木は水平であるが、愛本の場合

は傾斜させている。斜材にしておけばいわゆるアーチの効果も期待できよう。では、どのくらいの傾斜角がいかには橋の長さや基礎部値入の長さのバランスで勘案となる。どうやって決めたのであろうか。なお、刳木を傾斜させた長い橋は愛本橋だけであったようだ。



写4 愛本橋の変遷
上1段；木刳橋、2段；木アーチ橋、3段；鋼トラス橋
4段；鋼アーチ橋 愛本橋 HP より

◇横ぶれ

ロングスパンの長い橋で問題になるのは、横ブレである。防止策として、水平構面の剛性を上げるために

V字の筋交いを用いている。

◇基礎

刎木部分を固定端基礎としてどの程度根入れするかが問題。勘のなせる業なのであろうか。

◇橋は普請奉行の管轄ではあるが、木材加工には大工仕事ゆえに作事方が加わっていたという。どう折り合いをつけながら仕事を遂行したのであろうか。

◇耐久性、架け替え

刎木の下端が岩盤、上端部が石積みとあらば、雨仕舞が気になる。このためもあってか架け替えは頻繁で、30年に一回のペースであった。架け替えに要した時間は10年であり、木材調達に時間がかかったためとのこと。なお、橋のない期間は、渡し舟が就航していた。

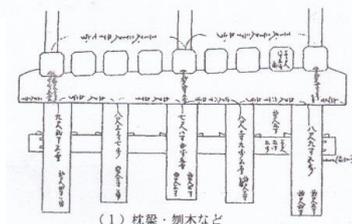
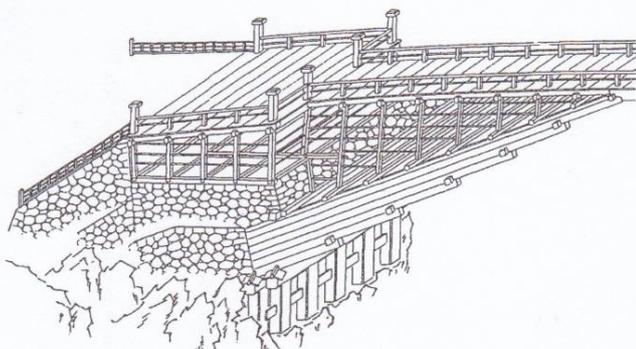
4. 橋の諸元、構造材諸元

- ・橋の本体：
 - 長さ 61.42m、天端幅 3.62m、橋高さ 15m(水面より)
- ・刎木は縦に7段重ね(七棟材)、各材厚さは 50cm 以上、杉材、最長は 9m、刎材重合にジベル役の込桧
- ・最下端部：
 - 刎木(元刎木)9本の下に横梁。その下には5本の柱。

5. 構造詳細(図4)

写真や図面を見ても刎構造のメカがなかなか見えてこない。メカについて荷重の流れに着目して述べる。

- ◇荷重の流れ 天端から鉛直方向に岩盤まで
- 天端床板→桁と水平二方向・鉛直方向の組材
- 中央と左右両端の計3本の七棟材(刎木重合斜材)
- (a.桁→3本七棟材 b.組材柱→梁→3本七棟材)
- 元刎木連結水平材→9本元刎木
- a.枕梁 →5本柱 →水平整形の岩盤
- b.斜材下端(元刎木下端)
- 傾斜整形の岩盤(傾斜角は斜材傾斜角)、
- c.斜材上端 →板か水平材か→ 石材積み上げ



◇反力

先の a 項目；5本柱の鉛直荷重は水平岩盤で受ける。
先の b.c 項目；9本の斜材は傾斜岩盤と上載石積みで受ける。

◇水平方向振れ止め防止、再掲

七棟材のうち、中央材を中心にして左右両端部材にV字形で連結。筋交いとして。

V. おわりに

本稿では、黒部の段丘を含む扇状地一帯において、水の幸の恩恵と交通の利便性提供として機能している十二貫野用水路と上街道の愛本橋について、建設における技術行為を通して技術者の情念を垣間見ることができた。また、その背後には加賀藩の藩力向上政策と財源があったことはいままでもないが、当時ならでは加賀文化・技術の成熟とともに民衆のパワーや技術者の情念が難事業を遂行させたことを改めて認識することができた。

後書き： 文化的視点に技術と連動させ技術の人間風の随筆として本稿をまとめてみますと、当時の技術者の姿が見え、声が聞こえてくるかのようです。皆さん、どう感じられましたでしょうか。最後までお読みいただきましたこと感謝いたします。

参考・引用文献

- 1) 国交省HP；黒部川扇状地写真、
- 2) 国交省HP；富山県内扇状地形図
- 3) 富山県；河川縦断概略図、2009
- 4) 水土里社；十二貫野用水、2008
- 5) 宇奈月友学館；十二貫野用水や愛本橋の諸展示
- 6) 富山県魚津農地林務事務所HP；十二貫野用水と椎名道三
- 7) 田中徳英；越中愛本橋の造営における加賀藩外作事方の役割、日本建築学会計画系論文集、1997
- 8) 馬場俊介；土木遺産HP、<http://www.kinsei-izen.com/>
富山のみならず全国の土木遺産を解説、日本初DB

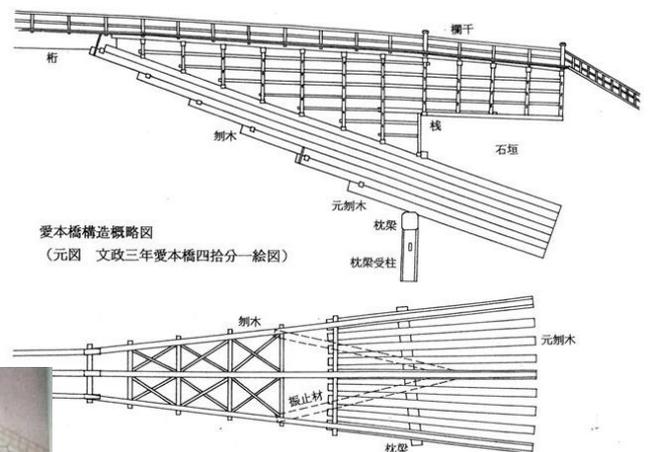


図4 刎橋の構造 5),7),
左から順に、右岸側の橋の立体図、左岸側橋構造図、左岸側橋平面図、枕梁図、基礎岩盤図